



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

**POLYFUNKČNÍ DŮM – ŽELEZOBETONOVÁ NOSNÁ
KONSTRUKCE**

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. David Tesař

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

**POLYFUNKČNÍ DŮM – ŽELEZOBETONOVÁ NOSNÁ
KONSTRUKCE**

REINFORCED CONCRETE STRUCTURE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. David Tesař

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. David Tesař
Název	Polyfunkční dům – železobetonová nosná konstrukce
Vedoucí práce	Ing. Pavel Šulák, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2017
Datum odevzdání	12. 1. 2018

V Brně dne 31. 3. 2017

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Stavební podklady – situace, půdorysy, řezy, geologie

Platné předpisy a normy (včetně změn a oprav):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1 až 7: Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Literatura doporučená vedoucím diplomové práce.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Pro vícepodlažní železobetonový objekt polyfunkčního domu navrhnete nosnou konstrukci.

Provedte statické řešení konstrukce a nadimenzujte její vybrané části: část stropní konstrukce, ztužující jádro, konstrukci schodiště a založení v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu proveďte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí (včetně kontroly zjednodušenou metodou).

Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a podrobné výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího diplomové práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

P2. Výkresy tvaru a výztuže (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce).

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Pavel Šulák, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce je statické a konstrukční řešení polyfunkčního domu. Zatížení bude stanoveno podle normy ČSN EN 1990. Pro výpočet vnitřních sil bude použita metoda konečných prvků. Konstrukce bude dimenzována podle normy ČSN EN 1992. Výstupem práce bude textová část, statický výpočet a výkresy tvaru a výztuže.

KLÍČOVÁ SLOVA

Konstrukce, železobeton, deska, stěna, zatížení, vnitřní síly, model, metoda konečných prvků, mezní stav únosnosti, výztuž

ABSTRACT

The aim of the master's thesis is static and structural design of polyfunctional house. The load will be determined according to ČSN EN 1990. The finite element method will be used for the calculation of internal forces. The design will be dimensioned according to ČSN EN 1992. Text part, static calculation and shape and reinforcement drawings will form the output of this work.

KEYWORDS

Structure, reinforced concrete, slab, wall, load, internal forces, model, finite element method (FEM), ultimate limit state, reinforcement

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. David Tesař *Polyfunkční dům – železobetonová nosná konstrukce*. Brno, 2017. 14 s., 100 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 31. 12. 2017

Bc. David Tesař
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2018

Bc. David Tesař
autor práce

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D.

Autor práce Bc. David Tesař

Škola Vysoké učení technické v Brně

Fakulta Stavební

Ústav Ústav betonových a zděných konstrukcí

Studijní obor 3608T001 Pozemní stavby

Studijní program N3607 Stavební inženýrství

Název práce Polyfunkční dům – železobetonová nosná konstrukce

**Název práce
v anglickém
jazyce** Reinforced concrete structure

Typ práce Diplomová práce

**Přidělovaný
titul** Ing.

Jazyk práce Čeština

**Datový formát
elektronické
verze** PDF

Abstrakt práce	Cílem diplomové práce je statické a konstrukční řešení polyfunkčního domu. Zatížení bude stanoveno podle normy ČSN EN 1990. Pro výpočet vnitřních sil bude použita metoda konečných prvků. Konstrukce bude dimenzována podle normy ČSN EN 1992. Výstupem práce bude textová část, statický výpočet a výkresy tvaru a výztuže.
Abstrakt práce v anglickém jazyce	The aim of the master's thesis is static and structural design of polyfunctional house. The load will be determined according to ČSN EN 1990. The finite element method will be used for the calculation of internal forces. The design will be dimensioned according to ČSN EN 1992. Text part, static calculation and shape and reinforcement drawings will form the output of this work.
Klíčová slova	Konstrukce, železobeton, deska, stěna, zatížení, vnitřní síly, model, metoda konečných prvků, mezní stav únosnosti, výztuž
Klíčová slova v anglickém jazyce	Structure, reinforced concrete, slab, wall, load, internal forces, model, finite element method (FEM), ultimate limit state, reinforcement

Obsah

1	Zadání a podklady diplomové práce.....	12
2	Geologické poměry staveniště	12
3	Založení stavby a základová konstrukce.....	12
4	Nosná konstrukce – horní stavby	13
4.1	Svislé konstrukce	13
4.2	Vodorovné konstrukce	13
5	Schody	13
6	Zatížení	14
6.1	Stálé	14
6.1.1	Příčky	14
6.2	Proměnné	15
6.2.1	Užitné	15
6.2.2	Klimatická zatížení	16
6.3	Výpočet zatížení od zemního tlaku.....	17
7	Konstrukční systém	17
8	Výpočet vnitřních sil	18
9	Dimenzování konstrukčních prvků	18
10	Výkresy výztuže	18
11	Seznam literatury	18
12	Použité programy	19
13	Seznam příloh	19

1 Zadání a podklady diplomové práce

V diplomové práci řeším vícepodlažní polyfunkční objekt JaNo. Vycházím z podkladů práce tvořené Ing. Arch. Radimem Vránou a Ing. Svatoslavem Blažkem. Jedná se o tvarově složitý objekt o šesti nadzemních podlažích a jednom podzemním podlaží, více viz. podklady.

2 Geologické poměry staveniště

Staveniště je situováno v části města Brna. V okolí objektu se nenachází žádné další stavby či komunikace. Terén v místě staveniště je rovinný.

Byl proveden ing-geologický průzkum pomocí sondy V1. Hladina podzemní vody nebyla zjištěna.

Geologický profil sondy V1

Název vrstvy	tloušťka [m]	E_{def} [MN/m ²]	ν	$\rho_{\text{v,suchá}}$ [kN/m ³]	$\rho_{\text{v,mokrá}}$ [kN/m ³]
F3-MS písčitá hlína, pevná	5,5	8	0,35	18	21
S3-písek s příměsí jemnozrnné zeminy	5,5	5,5	0,3	17,5	20,5
S4-Písek hlinitý	15	15	0,3	18	21

3 Založení stavby a základová konstrukce

Bylo zvoleno založení na základové desce o tloušťce 500 mm z betonu C30/37 vyztužen ocelí třídy B500B. Třída prostředí byla stanovena jako XC2. Pod základovou deskou se bude nacházet podkladní beton tl. 50 mm.

Okolní volný prostor umožňuje zabezpečení výkopové jámy svahováním. Po realizování ŽB stěn 1.PP (1S) bude prázdný prostor vyplněn štěrkovým násypem.

4 Nosná konstrukce – horní stavby

4.1 Svislé konstrukce

Stěny 1.PP a 1.NP jsou tloušťky 250 mm budou tvořeny železobetonem třídy C30/37 - třída XC2 a výztuží B500B. Železobetonové jádro oválného tvaru, které prostupuje všemi podlažími, je tvořeno stěnami o tloušťce 250 mm a betonu třídy C30/37.

Okrajové obvodové stěny podlaží 2NP – 5NP jsou tvořeny keramickými tvarovkami PTH 30 firmy Porotherm na maltu P15.

4.2 Vodorovné konstrukce

Strop nad 1.PP je tloušťky 250 mm. Část stropní konstrukce je svahovaná (spád 12%). Beton je třídy C25/30 – XC2 a výztuž třídy B500B.

Strop nad 1.NP – 4.NP jsou tvořeny ŽB deskami o tloušťce 250 mm z betonu třídy C25/30-XC1 vyztuženého výztuží třídy B500B. Konzolové části těchto desek budou napojeny pomocí prvků SCHÖCK isokorb. Součástí desky jsou žebra, která překlenují otvory ve zdivu.

Strop nad 5.NP je tvořen deskou o tloušťce 200 mm z betonu třídy C25/30-XC1. Okraj desky lemují ŽB žebra, která zároveň tvoří atiku ploché střechy.

Strop nad 6.NP je tvořen deskou tl. 200 mm betonu C25/30-XC1 a bude betonována ve spádu 12%

5 Schody

Schodiště je dvouramenné, točité s podestou. Schodišťové desky (stupně) jsou uloženy do drážek ve zdivu pomocí vylamovacích lišt. Drážka má tloušťku 150 mm.

Na schodišti je uvažováno zatížení $3,0 \text{ kN/m}^2$. Schody budou dimenzovány jako prostý nosník. Ve 3D a 2D modelech nebudou modelovány, ale bude uvažováno zatížení vyvozené od konstrukce schodiště (stálé i užité).

6 Zatížení

6.1 Stálé

Kvůli množství podlah bude sjednoceno zatížení některých vrstev a jejich hodnoty zaokrouhleny na větší bezpečnou hodnotu. V modelech 3D, 2D bude uvažována hodnota zatížení od podlahy v 1.PP a v 1.NP $2,5 \text{ kN/m}^2$. V 2.NP – 5.NP bude v interiéru uvažována hodnota $2,0 \text{ kN/m}^2$. V místech pochůzných pavlačí $2,3 \text{ kN/m}^2$ a nepochůzných pavlačí 1 kN/m^2 . U stropů nad 5.NP a 6.NP se bude uvažovat tíha od ploché střechy 1 kN/m^2 . Více viz statický výpočet.

6.1.1 Příčky

Příčky jsou navrženy z cihelných bloků porotherm (PTH AKU 19, PTH 11,5, PTH 14) a v místech kolem instalačního otvoru se nachází sádkartonová příčka. Kvůli velké tíze těchto příček budou modelovány ve 3D (2D) modelech jako liniové zatížení. Více viz stat. výpočet.

Hodnoty zatížení příček

6.1.1.1 Příčky 1.S

PTH11,5: $g_k = 5,13 \text{ kN/m}$

PTH11,5: $g_k = 3,95 \text{ kN/m}$

6.1.1.2 Příčky 1.NP

PTH11,5 : $g_k = 5,75 \text{ kN/m}$

skleněná výplň: $g_k = 1,705 \text{ kN/m}$

6.1.1.3 Příčky 2.NP-5.NP

AKU 19: $g_k = 7,93$

PTH14: $g_k = 5,81 \text{ kN/m}$

PTH11,5: $g_k=5,15 \text{ kN/m}$

skleněná výplň: $g_k=1,525 \text{ kN/m}$

sádrokartonová příčka: $g_k=1,35 \text{ kN/m}$

6.1.1.4 Příčky 6.NP

AKU 19: $g_k=8,32 \text{ kN/m}$

PTH 11,5: $g_k=5,4 \text{ kN/m}$

sádrokartonová příčka: $g_k=1,24 \text{ kN/m}$

Pozn: Do zatěžovacího stavu příčky bylo vloženo několik typů zatížení, např. rozdílová hodnota od zvětšeného zatížení v 1PP od skladby S16 nebo zatížení od šikmé plochy v 1.NP.

Pozn: Zatížení od květináčů na balkonech není uvažováno (nebyly podány podklady). I když samozřejmě v praxi by měly být uvažovány.

6.2 Proměnné

6.2.1 Užitné

V objektu se nachází několik typů obytných prostor, proto bude nutné uvažovat hned několik hodnot užitného zatížení. V objektu se nachází prostory obytné (kategorie A), kancelářské plochy (kategorie B) a plochy, kde dochází ke shromažďování lidí (kategorie C3).

Podlaží 1.PP

v obytných prostorech $q_k=1,5 \text{ kN/m}^2$

na schodišti $q_k=3,0 \text{ kN/m}^2$

Podlaží 1.NP

v celém podlaží uvažována hodnota $q_k=5,0 \text{ kN/m}^2$

Podlaží 2.NP

v obytných prostorách: $q_k=3,0 \text{ kN/m}^2$

schodiště, chodby a pavlače (balkony): $q_k=3,0 \text{ kN/m}^2$

Podlaží 3NP

v obytných prostorách: $q_k=1,5 \text{ kN/m}^2$

schodiště, chodby a pavlače (balkony): $q_k=3,0 \text{ kN/m}^2$

Podlaží 4NP

v obytných prostorách: $q_k=1,5 \text{ kN/m}^2$

schodiště, chodby a pavlače (balkony): $q_k=3,0 \text{ kN/m}^2$

Podlaží 5NP

v obytných prostorách: $q_k=1,5 \text{ kN/m}^2$

schodiště, chodby a pavlače (balkony): $q_k=3,0 \text{ kN/m}^2$

Podlaží 6NP

v obytných prostorách: $q_k=3,0 \text{ kN/m}^2$

schodiště, chodby: $q_k=3,0 \text{ kN/m}^2$

6.2.2 Klimatická zatížení

6.2.2.1 Sníh

Objekt se nachází ve sněhová oblast č. I. Užité zatížení je $s_k=0,7$. Zatížení od sněhu bude uvažováno na plochých střechách a nepochůzných pavlačích a bude uvažována hodnota $0,75 \text{ kN/m}^2$.

6.2.2.2 Vítr

Objekt se nachází ve větrné oblasti II. Oblast, kde se objekt vyskytuje je pokryta vegetací a izolovanými překážkami. Kategorie terénu je č. III. Více viz. statický výpočet.

Výsledné zatížení pro vítr směr sever (jih)

$$q_{D(z=21,2)} = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{E(z=21,2)} = -0,49 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{D(z=14,3)} = 0,61 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{E(z=14,3)} = -0,43 \text{ kN/m}^2$$

Výsledné hodnoty zatížení pro vítr směr východ (západ)

$$q_{D(z=21,2)} = 0,70 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{E(z=21,2)} = -0,456 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{D(z=12,08)} = 0,572 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{E(z=12,08)} = -0,375 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{D(z=9,12)} = 0,516 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{E(z=9,12)} = -0,338 \text{ kN/m}^2$$

Pozn: Oblasti A, B, C jsou zanedbány.

Více viz stat. výpočet

6.3 Výpočet zatížení od zemního tlaku

Stabilita svahu je zabezpečena svahováním. Po realizaci spodní části stavby (stěn 1PP) bude vzniklý prostor vyplněn štěrkovým násypem, který bude působit na stěny 1PP stálým zatížením. Rovněž bude uvažována hodnota přetížení štěrkového násypu $q_k = 5 \text{ kN/m}^2$. Více viz statický výpočet.

7 Konstrukční systém

Nosné prvky tvoří železobetonové a zděné stěny. Vodorovné konstrukce jsou železobetonové. Základová deska se stěnami 1PP a stropní deskou nad 1PP bude působit jako tuhý krabicový základ. Železobetonové jádro zaručuje dostatečnou tuhost celého konstrukčního systému.

8 Výpočet vnitřních sil

Pro výpočet vnitřních sil budou použity 3D a 2D modely v softwaru SCIA engineer a v některých případech i jednoduché ruční výpočty. V případě založení bude použito pokročilých interakčních výpočtů.

9 Dimenzování konstrukčních prvků

Bude využito školní verze programu FIN EC a GEO, vlastní tabulky programu Excel a program Schöck bole.

10 Výkresy výztuže

Budou zhotovovány v programu AutoCAD a jeho programové nástavbě RECOC.

11 Seznam literatury

- 1 PROCHÁZKA, Jaroslav. *Navrhování betonových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2*. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. Technická knižnice (ČKAIT). ISBN 978-80-87438-03-9.
- 2 HOLICKÝ, Milan, Jana MARKOVÁ a Miroslav SÝKORA. *Zatížení stavebních konstrukcí: příručka k ČSN EN 1991*. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010. Technická knižnice (ČKAIT). ISBN 978-80-87093-89-4.
- 3 WEIGLOVÁ, Kamila. *Mechanika zemin*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. ISBN 978-80-7204-507-5.
- 4 MASOPUST, Jan. *Navrhování základových a pažicích konstrukcí: příručka k ČSN EN 1997*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydalo Informační centrum ČKAIT, 2012. ISBN 978-80-87438-31-2.
- 5 ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí
- 6 ČSN EN 1991: Zatížení stavebních konstrukcí

- 7 ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla pro pozemní stavby

12 Použité programy

SCIA Engineer

FIN EC

AutoCAD

RECOC

Excel

Word

13 Seznam příloh

P1 – Podklady

P2 – Výkresy tvaru a výztuže

P3.1 - Statický výpočet

P3.2 – Výstupy programu SCIA

P3.3 – Posudky programu FIN EC